

92001, 0378



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Off nlegungsschrift  
⑩ DE 199 26 569 A 1

⑤1 Int. Cl.7:  
H 04 L 12/43  
H 04 L 12/50

②1 Aktenzeichen: 199 26 569.0  
②2 Anmeldetag: 11. 6. 1999  
④3 Offenlegungstag: 21. 12. 2000

DE 199 26 569 A 1

⑦1 Anmelder:  
bbcom Broadband Communications GmbH & Co.  
KG, 21079 Hamburg, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
L. Meyer und Kollegen, 20354 Hamburg

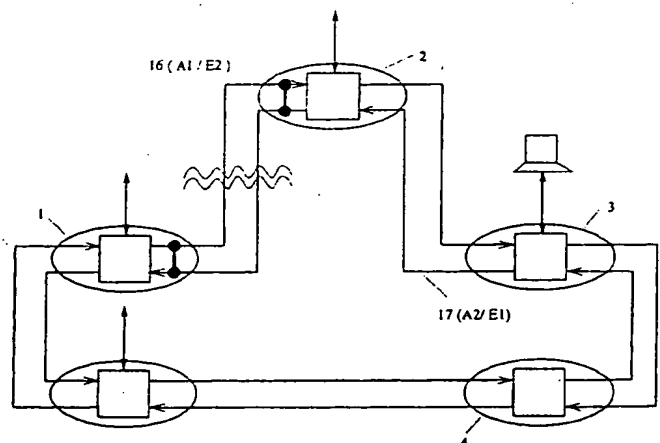
⑦2 Erfinder:  
Killat, Ulrich, 22559 Hamburg, DE; Henkel, Volker,  
31515 Wunstorf, DE; Puttkammer, Albrecht, 21029  
Hamburg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zum Betrieb und Aufbau eines Kommunikationsnetzes mit Selbstheilungsmechanismen für virtuelle Verbindungen in SONET/SDH basierten Doppelringen und verketteten Doppelringen

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Betrieb eines Kommunikationsnetzes, aufgebaut aus einzelnen oder verketteten Doppelringen, deren Knoten als Add-drop-Multiplexer (1...4) aufgebaut sind, die Wegelenkungsentscheidungen auf der Basis einer im Kopffeld eines Datenpaketes codierten Verbindungskennung treffen, die ringseitig mit SONET bzw. SDH Schnittstellen ausgestattet sind und insbesondere die Signale des "section overhead" bedienen können. Erfindungsgemäß sind die auf den beiden Einzelringen verwendeten Mengen von Verbindungskennungen disjunkt, wobei innerhalb eines Ringes keine Übersetzungsvorgänge von Verbindungskennungen stattfinden. Die Add-drop-Multiplexer (1...4) vernichten Datenpakete, die sie selbst ausgesandt haben, wenn sie diese auf demselben Einzelring wieder empfangen. Die als Koppelknoten (6...9) ausgeführten Add-drop-Multiplexer ändern ihre Wegelenkungsentscheidungen im Falle eines Ausfalls einer Übertragungsstrecke oder eines Netzknotens entweder überhaupt nicht oder machen sie nur abhängig von der vorhandenen Kommunikationsfähigkeit zu dem benachbarten Koppelknoten auf dem Nachbar-Doppelring.



DE 199 26 569 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Kommunikationsnetz, das aus einem oder mehreren verketteten Doppelringen besteht. Die Knoten im Netz sind entweder sogenannte "add drop" Multiplexer (ADM) zum Ein- und Auskoppeln von Daten angeschlossener Endgeräte über eine Schnittstelle oder sogenannte Koppelknoten, die die Kommunikation zwischen verketteten Ringen ermöglichen.

Derartige Netze sind seit geraumer Zeit für die SONET/SDH Technik vorgeschlagen worden (vgl. das Dokument GR-2837-CORE von BELLCORE). Die SONET/SDH Technik ist eine Multiplextechnik, die es erlaubt, mehrere sogenannte "virtuelle Container" innerhalb eines Zeitmultiplexrahmens zu unterscheiden. Darüber hinaus enthält der Zeitmultiplexrahmen Steuerungsinformationen ("section overhead"); in diesem Zusammenhang sind insbesondere Alarmlmeldungen und Signalisierung für automatische Ersatzschaltungen zu nennen.

In den bislang angesprochenen Ring-Strukturen wird typischerweise ein virtueller Container von einem ADM in den Ring eingespeist und von einem anderen ADM wieder aus dem Ring genommen. Die Doppelringstrukturen werden eingeführt, um bei einem Strecken- oder Knotenausfall weiterhin ein funktionsfähiges Netz betreiben zu können. Dazu wurden verschiedene Konzepte entwickelt, die als "Bidirectional Line Switched Ring (BLSR)" Verfahren für 2-Faser Ringe bzw. als der "Unidirectional Path Switched Ring (UPSR)" bezeichnet werden.

Selbstheilungseigenschaften werden dadurch garantiert, daß auf jedem der zwei Ringe die Hälfte der Kapazität (d. h. die Hälfte der virtuellen Container) für den Fall eines Kabelbruchs oder Knotenausfalls reserviert bleibt. Jeder einzelne Faserring ist also mit 50% seiner Kapazität Arbeitsring (A) und mit 50% seiner Kapazität Ersatzring (E). Ein Streckenausfall zwischen zwei Knoten wird dadurch geheilt, daß die Knoten an ihrer dem Ausfall zugewandten Schnittstelle eine Schleifenschaltung vornehmen, so daß die Daten des Arbeitsringes auf den Ersatzring übergekoppelt werden und bei der zweiten Schleifenschaltung wieder auf den Arbeitsring gelangen.

Die SONET/SDH Übertragungstechnik wird häufig eingesetzt, um sogenannte "ATM Zellen" (Datenpakete fester Länge) zu übertragen. Die ATM Technik ist ebenfalls eine Multiplextechnik, allerdings nicht eine starre synchrone Zeitmultiplextechnik wie im SONET/SDH Fall, sondern eine asynchrone statistische Multiplextechnik, bei der die Zugehörigkeit einer Zelle zu einer bestimmten Verbindung durch einen Kennzeichner (VPI/VCI) im Kopffeld der Zelle markiert wird.

Da die ATM Technik eigene Multiplexmechanismen bietet, die zudem viel flexibler als die der SONET/SDH Technik sind, bietet es sich an, einen SONET/SDH Rahmen mit nur einem virtuellen Container zu betrachten, der das Multiplexsignal aller ATM Verbindungen enthält.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, ein aus einem Doppelring bzw. mehreren verketteten Doppelringen aufgebautes Kommunikationsnetz anzugeben, in dem die ADMs und die Koppelknoten Wegelenkungsentscheidungen nur auf der Basis von Kennzeichnern der Pakete virtueller Verbindungen treffen, in dem die netzseitigen Schnittstellen von ADMs und Koppelknoten SONET/SDH Schnittstellen mit Schleifenschaltungsfunktionalität sind, mit deren Hilfe die virtuellen Verbindungen durch Selbstheilungsmechanismen ebenso effektiv geschützt werden, wie dies für die virtuellen Container der SONET/SDH Technik der Fall ist. Das schon zitierte Dokument GR-2837-CORE sagt hierzu: "The development of SONET ATM VP Rings is still in its early stages . . . Protection schemes need to be defined for the ATM layer between interconnected rings." Die vorliegende Erfindung will die angedeutete technologische Lücke schließen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** die Selbstheilung durch Schleifenschaltung bei einem Kabelbruch zwischen den Knoten 1 und 2;

**Fig. 2** die Selbstheilung durch Schleifenschaltung bei einem Ausfall des Knoten 2;

**Fig. 3** zwei verkettete Doppelringe mit Add-drop Multiplexern 1 . . . 4 und Koppelknoten 6 . . . 9 (BLSR-Verfahren);

**Fig. 4** zwei verkettete Doppelringe mit Add-drop Multiplexern 1 . . . 4 und Doppelknoten 6 . . . 9, die das Signal eines IR-VPI nur an Port 12 ausgeben (BLSR-Verfahren);

**Fig. 5** zwei verkettete Doppelringe mit Add-drop Multiplexern 1 . . . 4 und Koppelknoten 6 . . . 9 (UPSR-Verfahren);

**Fig. 6** die Entscheidungslogik eines ADM (UPSR-Verfahren);

**Fig. 7** zwei verkettete Doppelringe mit Add-drop Multiplexern 1 . . . 4 und Koppelknoten 6 . . . 9, (UPSR-Verfahren, 2 Signale in jedem Ring).

Wir beschreiben die Erfindung in 3 Schritten. Zunächst wird ein isolierter Doppelring betrachtet. Danach wird eine Verkettung von Doppelringen mit 2 Koppelknoten analysiert, und zwar sowohl für den BLSR wie auch für den UPSR Fall.

Bezugnehmend auf **Fig. 1** wird angenommen, daß die ADMs erfindungsgemäße ADMs seien, die ihre Wegelenkungsentscheidungen auf der Basis der VPI/VCI Information treffen. Die Detektion des Kabelbruchs und die nachfolgende Schleifenschaltung hingegen erfolgen wie in einem konventionellen SONET/SDH Ring.

Die Kurzschlüsse in **Fig. 1** führen dazu, daß Zeilen des Ringes 16 (A1/E2) auf den Ring 17 (A2/E1) übergekoppelt werden. Damit die von A1 hinzugekommenen Verbindungen auf dem Ring 17 unterscheidbar bleiben von den bereits existierenden Verbindungen auf A2, ist zu fordern, daß die VPI/VCI Räume auf den Ringen A1 und A2 disjunkt sind. Dies bedeutet aber insbesondere, daß bidirektionale ATM Verbindungen mit zwei unterschiedlichen VPI/VCIs ausgestattet sein müssen. Der in **Fig. 2** gezeigte Fall eines Knotenausfalls ist kritisch für Verbindungen, die diesen Knoten als Zielknoten haben: Es gibt zunächst keinen Knoten, der die Daten aus dem Ring nimmt (Looping-Gefahr). Die Lösung dieses Problems besteht darin, daß jeder Sender, der auf dem Arbeitsring die von ihm eingespeisten VPI/VCIs wieder empfängt, diese vernichtet. Da in keinem Betriebszustand eine Zelle mehr als einen kompletten Umlauf machen darf, gilt diese Regel bedingungslos. Das Verfahren funktioniert aber nur so einfach, wenn der betroffene VPI/VCI keine Übersetzungen im Ring erfahren hat.

Um Ausfallsituationen von Strecken und Knoten eindeutig zu gestalten, sind weiterhin die folgenden Vorkehrungen zu treffen:

- (1) Ein ADM, der – typischerweise im elektronischen Bereich – eine Schleifenschaltung vorgenommen hat, muß

an dieser Schnittstelle seinen Laser abschalten.

(2) Ein ADM, der durch einen Selbsttest an einer Netzschnittstelle ein Fehlverhalten diagnostiziert, sollte an beiden Netzschnittstellen das Senden einstellen und sich so gemäß Fig. 2 vom Netz isolieren.

Beide Regeln gelten sinngemäß auch für Koppelknoten.

Wir gehen jetzt zu verketteten Ringen über, wobei nur der allgemeinere Fall des "dual homing" betrachtet werden soll, bei dem 2 Doppelringe über 2 Koppelknoten miteinander verbunden sind: Fig. 3, 4, 5, 7. Durch diese Vorkehrung soll garantiert werden, daß das Netz auch bei Ausfall eines Koppelknotens seine Selbstheilungseigenschaften beibehält. Das Prinzip des dual homing für verkettete SONET/SDH Ringe ist bereits in GR-2837-CORE beschrieben worden. In einer bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführung enthalten die Koppelknoten eine  $4 \times 4$  ATM Koppelmatrix, wobei ein Port (14) für einen im Koppelknoten vorgesehenen Prozessor (10) vorgesehen ist. Wir gehen jetzt davon aus, daß Verbindungen, die von einem Doppelring auf einen benachbarten übergekoppelt werden sollen, durch eine bestimmte Verbindungskennung (VPI-Wert) gekennzeichnet wird. Wir bezeichnen einen solchen VPI auch als IR-VPI (Interring-VPI).

Wir betrachten in Fig. 3 zunächst den BLSR-Fall und wählen die folgenden Bezeichnungen:

Doppelringe:  $R_j$   $j = 0,1$   
Arbeitsring:  $A_{ij}$   $i,j = 0,1$   
Koppelknoten:  $K_{ij}$   $i,j = 0,1$

Dabei ist  $K_{ij}$  der Koppelknoten, der "erster" Koppelknoten für  $A_{ij}$  ist. Die Koppelknoten schalten im normalen Betrieb statisch Inter-Ring VPIs von  $A_{ij}$  auf  $A_{ij \oplus 1}$ , (oder  $A_{i \oplus 1 j \oplus 1}$ ). Die in Klammern angedeutete zusätzliche Möglichkeit erlaubt ggf. eine bessere 1 Netzauslastung.

IR-VPI  $\in A_{ij}$  heißt, daß der Interring VPI von  $A_{ij}$  ausgeht.

Der zu untersuchende Punkt ist, wie die Selektorfunktion des Knoten 8 ( $K_{11}$ ) arbeiten soll, wenn der Knoten 6 wie in Fig. 3 angenommen, das an Port 11 empfangene Signal eines IR-VPI sowohl an Port 12 als auch an Port 13 bereitstellt.

Für das vom Ring  $A_{00}$  auf den Ring  $A_{01}$  überzukoppelnde Signal muß der Knoten 8 entscheiden, ob er dieses Signal auf dem direkten Weg vom Knoten 6 übernehmen kann oder ob er das redundante über den Ersatzweg (Knoten 6, 7, 9) geführte Signal nutzen soll. Dazu wird folgender Ansatz verfolgt: Die Selektorfunktion wird durch ein lokales Umladen der Routingtabelle für InterRing-VPIs (IR-VPI) von Port 12 nach Port 13 realisiert.

Das Kriterium für diese Aktion wird aus dem Steuersignal eines Empfängers 15 abgeleitet, der ein im Knoten 6 ( $K_{00}$ ) erzeugtes Signal S überwacht. Solange der Empfänger 15 des Knoten 8 ( $K_{11}$ ) S empfängt, bleiben die Einträge in der Routingtabelle des Port 12 erhalten, nämlich:

IR-VPI  $\in A_{00}$   $\rightarrow$  Port 11  
R-VPI  $\in A_{10}$   $\rightarrow$  Port 13

Bleibt S aus, so müssen die Einträge der Routing Tabelle von Port 12 des Knoten 8 ( $K_{11}$ ) gelöscht werden und entsprechende Einträge in die Routing Tabelle des Ports 13 des Knotens 8 ( $K_{11}$ ) gemacht werden. Es gilt daher für Port 13:

IR-VPI  $\in A_{00}$   $\rightarrow$  Daten verwerfen  
 $\rightarrow$  Port 11, wenn S fehlt  
IR-VPI  $\in A_{10}$   $\rightarrow$  Port 11 (Kabelbruch auf R1)

Wenn der Knoten 6 ( $K_{00}$ ) einen Fehler feststellt (fehlendes Signal, Selbsttest), muß das Signal S abgeschaltet werden. Das Nutzsignal gelangt dann, wie auch bei einem Totalausfall von Knoten 6 ( $K_{00}$ ), auf dem Ersatzweg über Knoten 7 ( $K_{10}$ ), 9 ( $K_{01}$ ), 8 ( $K_{11}$ ) ans Ziel. (Am besten sollte sich Knoten 6 ( $K_{00}$ ) im Fehlerfall vollständig isolieren.) Dazu sieht die Routing Tabelle an Port 13 des Knoten 7 ( $K_{10}$ ) vor:

IR-VPI  $\in A_{00} \rightarrow$  Port 12 (Ersatzweg)

Die Routing Tabelle an Port 12 des Knoten 9 ( $K_{01}$ ) lautet:

IR-VPI  $\in A_{00} \rightarrow$  Port 13 (Ersatzweg)

Im folgenden geben wir die kompletten Routingtabellen für einen beliebigen Knoten  $K_{ij}$  an.

## Port 11

Kommentar

5

IR - VPI  $\in A_{ij}$   $\rightarrow$  Port 12, Port 13IR - VPI  $\in A_{i\oplus 1 j}$   $\rightarrow$  Port 13Kabelbruch auf  $R_j$ 

10

IR - VPI  $\in A_{i j\oplus 1}$   $\rightarrow$  Daten verwerfen

Adressat tot

IR - VPI  $\in A_{i\oplus 1 j\oplus 1}$   $\rightarrow$  Port 13Kabelbruch auf  $R_j$ 

15

## Port 12

20

IR - VPI  $\in A_{ij}$   $\rightarrow$  Daten verwerfen

falsche Richtung

IR - VPI  $\in A_{i\oplus 1 j}$   $\rightarrow$  Daten verwerfen

falsche Richtung

25

IR - VPI  $\in A_{i j\oplus 1}$   $\rightarrow$  Port 13

Ersatzweg

IR - VPI  $\in A_{i\oplus 1 j\oplus 1}$   $\rightarrow$  Port 11

30

 $\rightarrow$  Daten verwerfen, wenn S fehlt

35

## Port 13

IR - VPI  $\in A_{ij}$   $\rightarrow$  Port 11Kabelbruch auf  $R_j$ 

40

IR - VPI  $\in A_{i\oplus 1 j}$   $\rightarrow$  Port 12

Ersatzweg

IR - VPI  $\in A_{i j\oplus 1}$   $\rightarrow$  Port 11Kabelbruch auf  $R_j$ 

45

IR - VPI  $\in A_{i\oplus 1 j\oplus 1}$   $\rightarrow$  Daten verwerfen $\rightarrow$  Port 11, wenn S fehlt

50

Für die Generierung des Signals S gibt es verschiedene Möglichkeiten, die eine unterschiedliche Tiefe der Fehlerdetektion repräsentieren.

55

1. Für die Überwachung der Strecke zwischen den beiden Ports 12 der Knoten 6 und 8 können dieselben SONET/SDH basierten Mechanismen herangezogen werden, wie zwischen 2 benachbarten ADM-Knoten in einem Ring.

2. Eine weitere einfache Möglichkeit wäre, einen eigenen das Signal S transportierenden VPI/VCI am Ausgang des Port 12 von Knoten 6 ( $K_{00}$ ) hinein zu multiplexen. Diese Möglichkeit bietet allerdings nicht viel mehr als die Signaldetektion auf SONET/SDH-Ebene.

3. Das Signal S wird am Eingangsport 11 von Knoten  $K_{00}$  in den Datenstrom gemultiplext. In diesem Fall wird auch die Vermittlungsfunktion von Knoten 6 ( $K_{00}$ ) getestet.

60

3 Varianten sind möglich:

- eigener VPI
- VCI innerhalb eines IR-VPIs
- VCI innerhalb eines jeden IR-VPIs

65

Die Frequenz, mit der S gesendet wird, hängt von der Zielreaktionszeit ab: Abfall eines Timers beim Ausbleiben des Signals. Der Zielkonflikt zwischen Reaktionsschnelligkeit und Bandbreitenverbrauch ist offensichtlich. Soll beispielsweise das Ausbleiben von S innerhalb von 50 ms detektiert werden, so ergibt sich daraus für S eine minimale Datenrate R

von (Anzahl Bits/pro Zelle)/50 ns, also

$$R = 424/50 \cdot 10^3 = 8.48 \text{ kbit/s}$$

Zur besseren Auslastung der einzelnen Ringe mag es von Vorteil sein, vom äußeren (inneren) Ring eines Doppelringes auf den inneren (äußeren) Ring des benachbarten Doppelringes zu vermitteln. In diesem Fall gelten für einen Knoten  $K_{ij}$  die nachfolgend angegebenen Routingtabellen:

Routingtabellen bei Ringwechsel ( $A_{ij} \rightarrow A_{i \oplus 1 j \oplus 1}$ )

Knoten  $K_{ij}$

Port 11

Kommentar

$IR - VPI \in A_{ij} \rightarrow$  Port 12, Port 13

$IR - VPI \in A_{i \oplus 1 j} \rightarrow$  Port 13

$IR - VPI \in A_{i j \oplus 1} \rightarrow$  Port 13

$IR - VPI \in A_{i \oplus 1 j \oplus 1} \rightarrow$  Daten verwerfen

Kabelbruch auf  $R_j$

Kabelbruch auf  $R_j$

Adressat tot

Port 12

$IR - VPI \in A_{ij} \rightarrow$  Daten verwerfen

$IR - VPI \in A_{i \oplus 1 j} \rightarrow$  Daten verwerfen

$IR - VPI \in A_{i j \oplus 1} \rightarrow$  Port 11

$\rightarrow$  Daten verwerfen, wenn S fehlt

$IR - VPI \in A_{i \oplus 1 j \oplus 1} \rightarrow$  Port 13

falsche Richtung

falsche Richtung

Ersatzweg

Port 13

$IR - VPI \in A_{ij} \rightarrow$  Port 11

$IR - VPI \in A_{i \oplus 1 j} \rightarrow$  Port 12

$IR - VPI \in A_{i j \oplus 1} \rightarrow$  Daten verwerfen

$\rightarrow$  Port 11, wenn S fehlt

$IR - VPI \in A_{i \oplus 1 j \oplus 1} \rightarrow$  Port 11

Kabelbruch auf  $R_j$

Kabelbruch auf  $R_j$

Das Signal S, das steuert, ob der Knoten  $K_{11}$  das Signal vom Ring vom Knoten  $K_{00}$  direkt oder über den Ersatzweg über die Knoten  $K_{10}$ ,  $K_{01}$ , empfängt, kann auch durch ein anderes Signal ersetzt werden.

So kann der Knoten  $K_{11}$  ein solches Steuersignal selbst generieren, indem er die Pakete, die in den IR-VPIs über die Ports 12 und 13 eintreffen, zählt und ihre Anzahl vergleicht. Dies läßt sich am einfachsten mit einem Vorwärts/Rückwärtszähler bewerkstelligen, der beispielsweise mit jedem Paket, das über Port 12 eintrifft, inkrementiert und mit jedem

Paket, das über Port 13 eintrifft, dekrementiert wird. Unterschreitet der Zählerstand einen Wert (-Z) wird eine Umschaltung des Paketflusses der IR-VPIs von Port 12 auf Port 13 vorgenommen. Der Wert (-Z) garantiert, daß unterschiedliche Weglängen und Verzögerungsschwankungen in den Knoten nicht sofort zu einem Umschalten führen. Er kann aufgrund der Weglängenunterschiede und der Anzahl der Puffer in den Netzknoten abgeschätzt werden.

- 5 Eine vereinfachte Version des beschriebenen Selbstheilungsverfahrens kommt ohne ein Umschaltensignal aus, weil der Knoten  $K_{11}$ , in dieser Variante einen IR-VPI nur alternativ von dem Knoten  $K_{00}$  über dessen Port 12 oder den Knoten  $K_{01}$  über dessen Port 13 erhält. Dies ermöglicht völlig statische Routing Tabellen an den Ports 12 und 13.

Die vereinfachte Version wird anhand der Fig. 4 beschrieben für drei mögliche Fehlerfälle:

- 10 1. Ein Ausfall eines Knotens 1 oder 2 (kein Koppelknoten) im Ring  $A_{00}$  führt aufgrund der Selbstheilungseigenschaften im Ring gemäß Fig. 2 und 3 dazu, daß das Signal nach wie vor den Knoten  $K_{00}$  über Port 11 erreicht und gemäß Fig. 4 weitergeleitet werden kann.
- 15 2. Fällt der Knoten  $K_{00}$  aus, so wird sein Vorgänger im Ring einen Kurzschluß schalten und das Signal des IR-VPI auf den Ring  $A_{10}$  schleifen. Dieses Signal wird dann vom Knoten  $K_{10}$  über dessen Port 12 an den Knoten  $K_{01}$  weitergereicht, der das Signal in den Ring  $A_{01}$  einspeist. Der Knoten  $K_{11}$ , hat kein Entscheidungsproblem, weil er über das Port 12 keine IR-VPI Pakete empfängt.
- 20 3. Fällt der Knoten  $K_{11}$ , aus, was der Knoten  $K_{00}$  durch den Wegfall der Kommunikationsfähigkeit mit dem Knoten  $K_{11}$  detektiert (Ausbleiben des Signals S), so schaltet der Knoten  $K_{00}$  an seinem Port 11 den Kurzschluß auf den Ring  $A_{10}$ , wodurch der Fall 3 auf den Fall 2 zurückgeführt wird. Der Knoten  $K_{01}$  speist den IR-VPI also in den Ring  $A_{01}$  ein. Da  $K_{01}$  aber den Ausfall von  $K_{11}$  detektiert hat, hat er auch einen Kurzschluß an seinem Port 13 geschaltet. Unter Ausnutzung der Selbstheilungseigenschaften im Doppelring R1 wird daher der Knoten  $K_{11}$  umgangen. Die vollständigen Routingtabellen für einen Koppelknoten  $K_j$  lauten folgendermaßen:

## Port 11

KommentarIR - VPI  $\in A_{ij}$  → Port 12IR - VPI  $\in A_{i \oplus 1 j}$  → Port 13IR - VPI  $\in A_{i j \oplus 1}$  → Daten verwerfenIR - VPI  $\in A_{i \oplus 1 j \oplus 1}$  → Port 13Kabelbruch auf  $R_j$ 

Adressat tot

Kabelbruch auf  $R_j$ 

## Port 12

IR - VPI  $\in A_{ij}$  → Daten verwerfenIR - VPI  $\in A_{i \oplus 1 j}$  → Daten verwerfenIR - VPI  $\in A_{i j \oplus 1}$  → Port 13IR - VPI  $\in A_{i \oplus 1 j \oplus 1}$  → Port 11

falsche Richtung

falsche Richtung

Ersatzwegschaltung in  $R_{j \oplus 1}$ 

## Port 13

IR - VPI  $\in A_{ij}$  → Port 11IR - VPI  $\in A_{i \oplus 1 j}$  → Daten verwerfenIR - VPI  $\in A_{i j \oplus 1}$  → Port 11IR - VPI  $\in A_{i \oplus 1 j \oplus 1}$  → Daten verwerfenKabelbruch auf  $R_j$ 

falscher Koppelknoten

Ersatzwegschaltung in  $R_j$ 

Adressat tot

4. Im folgenden wird eine zweite aus der SDH SONET Technik bekannte Alternative für selbstheilende Netze, das UPSR-Verfahren, anhand der Fig. 5 näher betrachtet und eine Lösung für den Transport von Paketen in IR-VPIs vorgeschlagen. Wie in Fig. 5 erkennbar, sendet ein Sender sein Signal grundsätzlich auf dem Arbeitsring und auf dem Ersatzring aus. Die Knoten  $K_{j0}$  und  $K_{10}$  haben dann die Aufgabe dafür zu sorgen, daß im Doppelring  $R_1$  mindestens ein intaktes Signal des IR-VPI weiterläuft. Beschränkt man sich ggf auf ein intaktes Signal im Ring (was die Reparatur eines 2. Fehlers im Doppelring  $R_1$  unmöglich macht), so müssen die Knoten  $K_{j0}$  und  $K_{10}$  lediglich die Pakete der IR-VPIs vom Port 11 auf das Port 12 vermitteln. Der Empfänger (4) erhält mindestens ein intaktes Signal und muß – wie auch im Fall von 2 Signalen – die Entscheidung treffen, ob er das Signal von Port 18 oder von Port 19 zum "drop"-Port 20 weiterleiten soll. Für diese Entscheidung wird folgende Lösung vorgeschlagen:

Vom Arbeitsring wie vom Ersatzring werden die Pakete mit der für den Zielknoten bestimmten VPI/VCI-Kennung ausgeblendet und ihre Anzahl miteinander verglichen. Dies kann, wie schon im BLSR Fall beschrieben, wieder mit Hilfe eines Vorwärts/Rückwärtszählers geschehen. Solange der Zählerstand einen Wert (-Z) überschreitet, werden die über den Arbeitsring eintreffenden Daten gewählt, anderenfalls die über den Ersatzring eintreffenden.

Ein Prinzipschaltbild mit 2 add-drop Multiplexern (21), die am drop-Port die Pakete mit der gewünschten VPI/VCI-Kennung ausgeben, mit einem Vorwärts/Rückwärtszähler (22) und einem Umschalter (23) ist in Fig. 6 angegeben.

Will man auf jedem Einzelring immer das Vorliegen von 2 identischen Signalen auf Arbeitsring und Ersatzring garantieren, so müssen die Koppelknoten (6, 7) genauso arbeiten wie die Zielknoten (4, 5): Sie empfangen über die Ports 11 und 13 jeweils ein Signal des IR-VPIs und wählen eines davon mit dem beschriebenen Zählermechanismus aus. Das ist in Fig. 7 dargestellt.

Eine solche Vorgehensweise erlaubt dann auch das Auftreten von Kabel- oder Knotenausfällen in jedem Ring in einer Reihe von verketteten Ringen.

1. Verfahren zum Betrieb eines Kommunikationsnetzes aufgebaut aus einzelnen oder verketteten Doppelringen, deren Knoten als Add-drop-Multiplexer (1 . . . 4) aufgebaut sind, die Wegelenkungsentscheidungen auf der Basis einer im Kopffeld eines Datenpaketes codierten Verbindungskennung treffen, die ringseitig mit SONET bzw. SDH Schnittstellen ausgestattet sind und insbesondere die Signale des "section overhead" bedienen können, **dadurch gekennzeichnet**, daß die auf den beiden Einzelringen verwendeten Mengen von Verbindungskennungen disjunkt sind, daß innerhalb eines Ringes keine Übersetzungsvorgänge von Verbindungskennungen stattfinden, daß die Add-drop-Multiplexer (1 . . . 4) Datenpakete, die sie selbst ausgesandt haben vernichten, wenn sie diese auf demselben Einzelring wieder empfangen, daß die als Koppelknoten (6 . . . 9) ausgeführten Add-drop-Multiplexer ihre Wegelenkungsentscheidungen im Falle eines Ausfalls einer Übertragungsstrecke oder eines Netzknotens entweder überhaupt nicht ändern oder nur abhängig machen von der vorhandenen Kommunikationsfähigkeit zu dem benachbarten Koppelknoten auf dem Nachbar-Doppelring.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bidirektionale Verbindungen 2 Verbindungskennungen verwenden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei den Verbindungskennungen um VPI/VCI Werte von ATM Zellen handelt und die Add-drop Multiplexer als ATM Add-drop Multiplexer ausgeführt sind.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei den Verbindungskennungen um sogenannte "Multiprotocol Label" handelt.
5. Verfahren nach einem oder mehreren vorangegangenen Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß das Netz vom BLSR-Typ ist, daß die Koppelknoten (6 . . . 9) zwei identische Signale eines IR-VPIs erhalten und daß sie für die Auswahl eines der beiden Signale in Abhängigkeit von der Kommunikationsfähigkeit zu dem benachbarten Koppelknoten auf dem Nachbar-Doppelring ein Umladen der Routing Tabellen an der Ports 12 und 13 vornehmen, wobei bei der Inhalt dieser Tabelleneinträge mit der Initialisierung des Systems bekannt ist.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß das Netz vom BLSR-Typ ist, daß die Koppelknoten (6 . . . 9) ein Signal eines IR-VPI immer nur über einen von 2 möglichen Wegen empfangen und daß sie in Abhängigkeit von der Kommunikationsfähigkeit zu dem Koppelknoten auf dem Nachbar-Doppelring an ihrem Eingangsport 11 einen Kurzschluß schalten, wofür die ohnehin vorhandenen Möglichkeiten an einer SONET/SDH konformen Schnittstelle genutzt werden.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Vorhandensein der Kommunikationsfähigkeit am Port 12 durch Überwachungsmechanismen erfolgt, wie sie aus der SONET/SDH Technik bekannt sind, und daß beim Fehlen eines Empfangssignals das Senden an diesem Port eingestellt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Vorhandensein der Kommunikationsfähigkeit am Port 12 durch Überwachung eines Signals S erfolgt, das vom sendenden Koppelknoten in eine eigene virtuelle Verbindung eingetragen wird, die der empfangene Koppelknoten auf das Vorhandensein des Signals S überprüft.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Multiplexen der das Signal S transportierenden virtuellen Verbindung in das am Port 12 ausgesandte Signal unmittelbar vor dem Port 12 erfolgt.
10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Multiplexen der das Signal S transportierenden virtuellen Verbindung in das am Port 12 ausgesandte Signal unmittelbar nach dem Port 11 erfolgt.
11. Verfahren nach Ansprüchen 3, 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die virtuelle Verbindung als "virtual channel" (VC) realisiert wird.
12. Verfahren nach Ansprüchen 3, 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die virtuelle Verbindung als "virtual path" (VP) realisiert wird.
13. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Feststellen der Kommunikationsfähigkeit zum Nachbarknoten durch einen Vergleich der Raten der Datenpakete des IR-VPI erfolgt, die an den Ports 12 und 13 eintreffen. Eine geringere Rate weist auf Fehler in dem betreffenden Pfad hin, so daß das Signal mit der höheren Rate ausgewählt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Ratenvergleich mit einem Vorwärts-/Rückwärtszähler durchgeführt wird.
15. Verfahren nach den Ansprüchen 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß das Netz vom UPSR-Typ ist, das die Koppelknoten (6 . . . 9) unabhängig von irgendwelchen Ausfällen im Netz immer dieselben Wegelenkungsentscheidungen treffen und daß der Empfänger (4) durch Ratenvergleich der an 2 Ports (18, 19) eintreffenden Datenpakete der für ihn bestimmten virtuellen Verbindungen das Signal an dem Port mit der höheren Rate auswählt.
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Ratenvergleich mit einem Vorwärts-/Rückwärtszähler (22) durchgeführt wird.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16 dadurch gekennzeichnet, daß ein Koppelknoten (6 . . . 9) nur ein Signal eines IR-VPI am Port 11 erhält und dies an Port 13 weiter vermittelt.
18. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16 dadurch gekennzeichnet, daß ein Koppelknoten (6 . . . 9) 2 Kopien des Signals eines IR-VPI an Port 11 und 13 erhält und in gleicher Weise wie der endgültige Empfänger 4 durch einen Ratenvergleich eines der beiden Signale auswählt, das er dann an Port 13 weiter vermittelt.
19. Kommunikationsnetz zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1-18.

---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

---



- Leerseite -

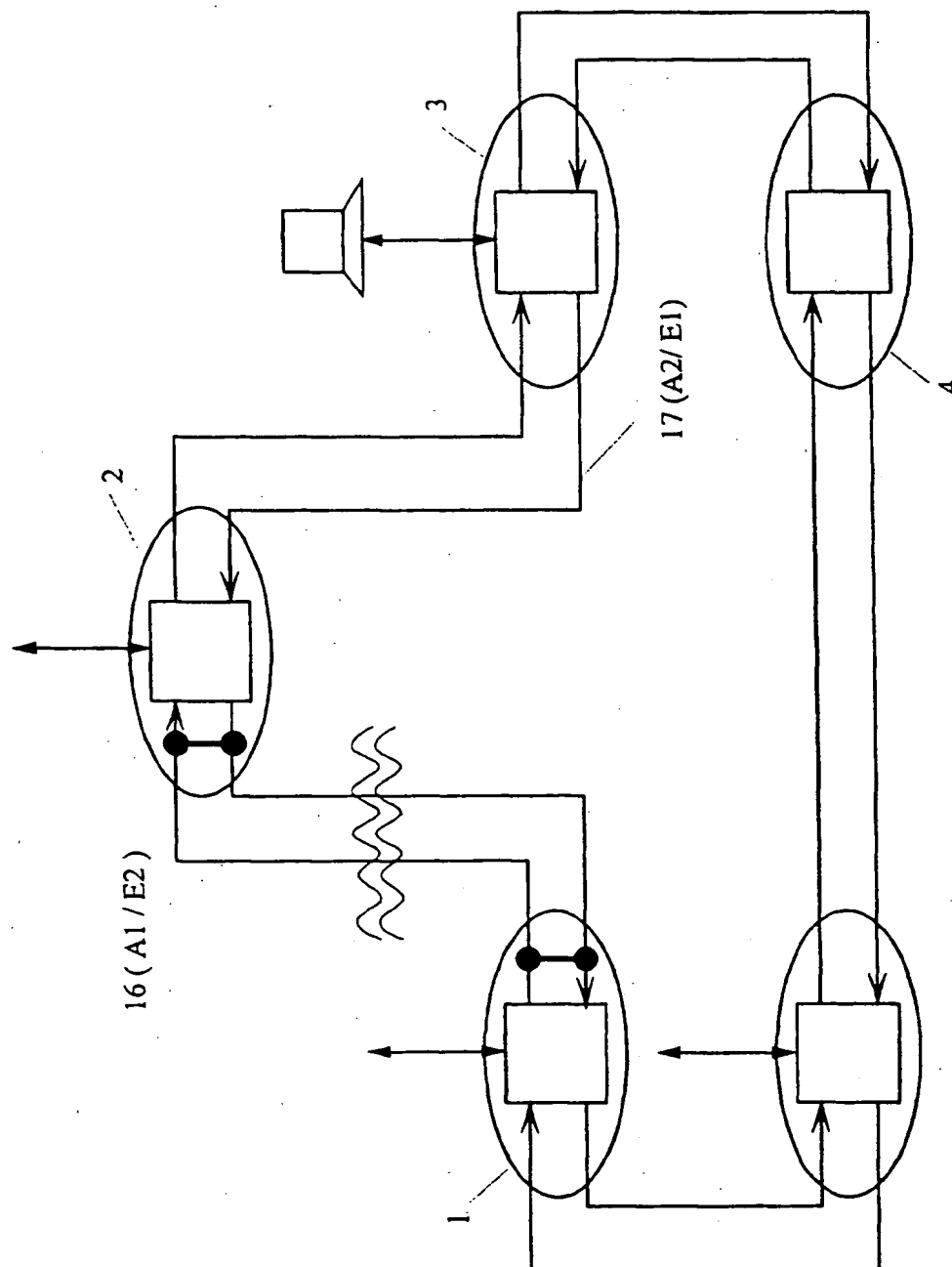


Fig. 1.

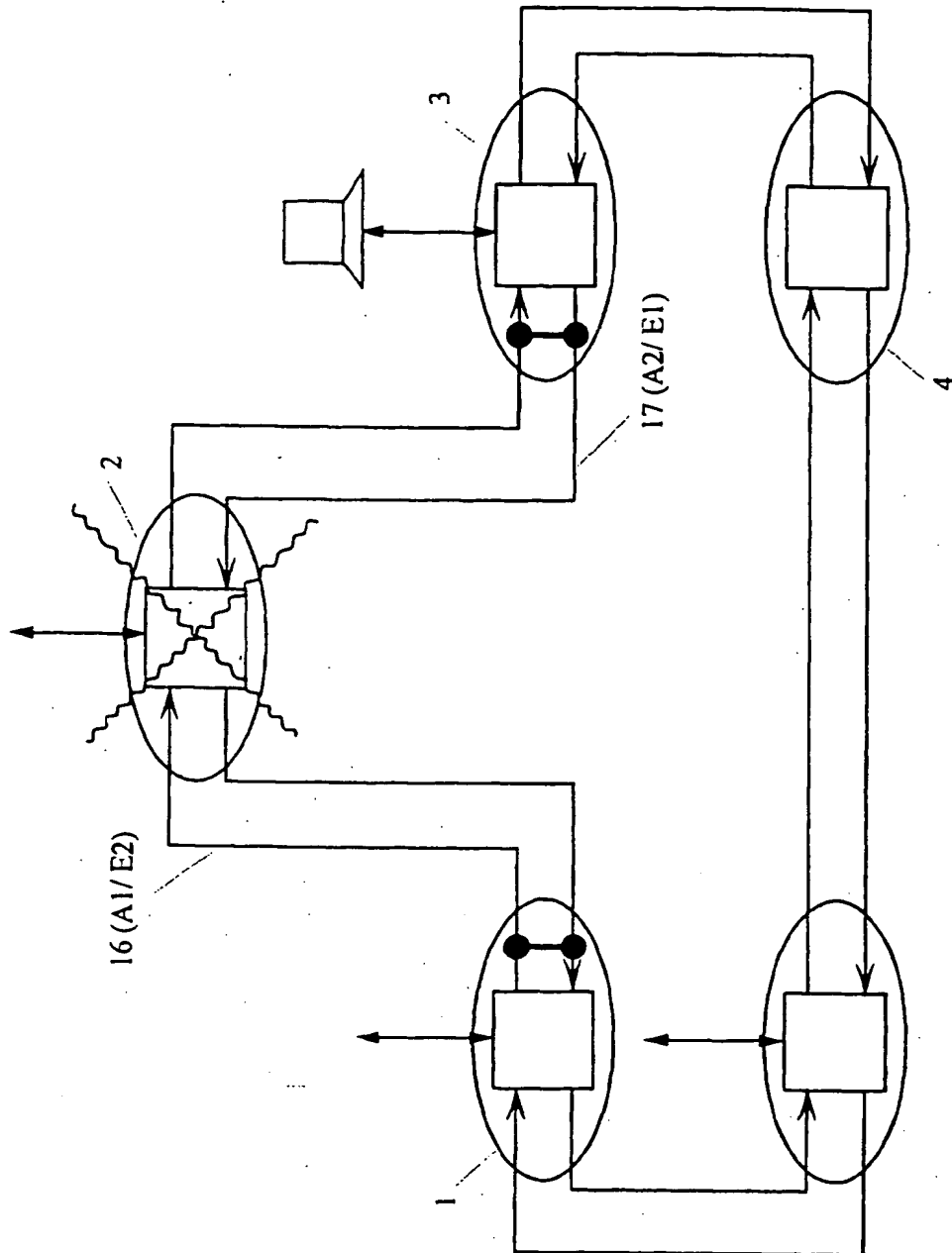


Fig. 2.

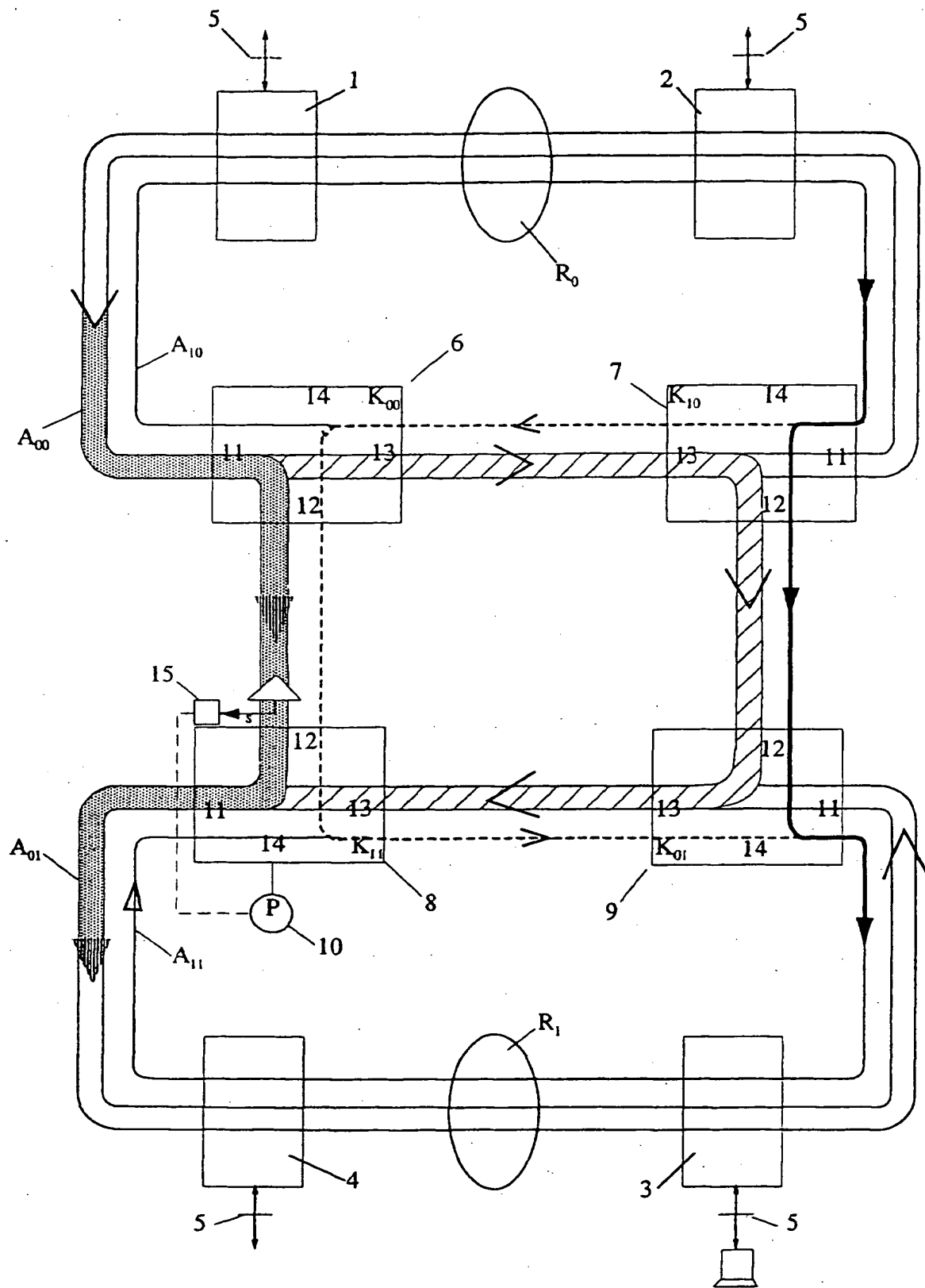


Fig. 3.

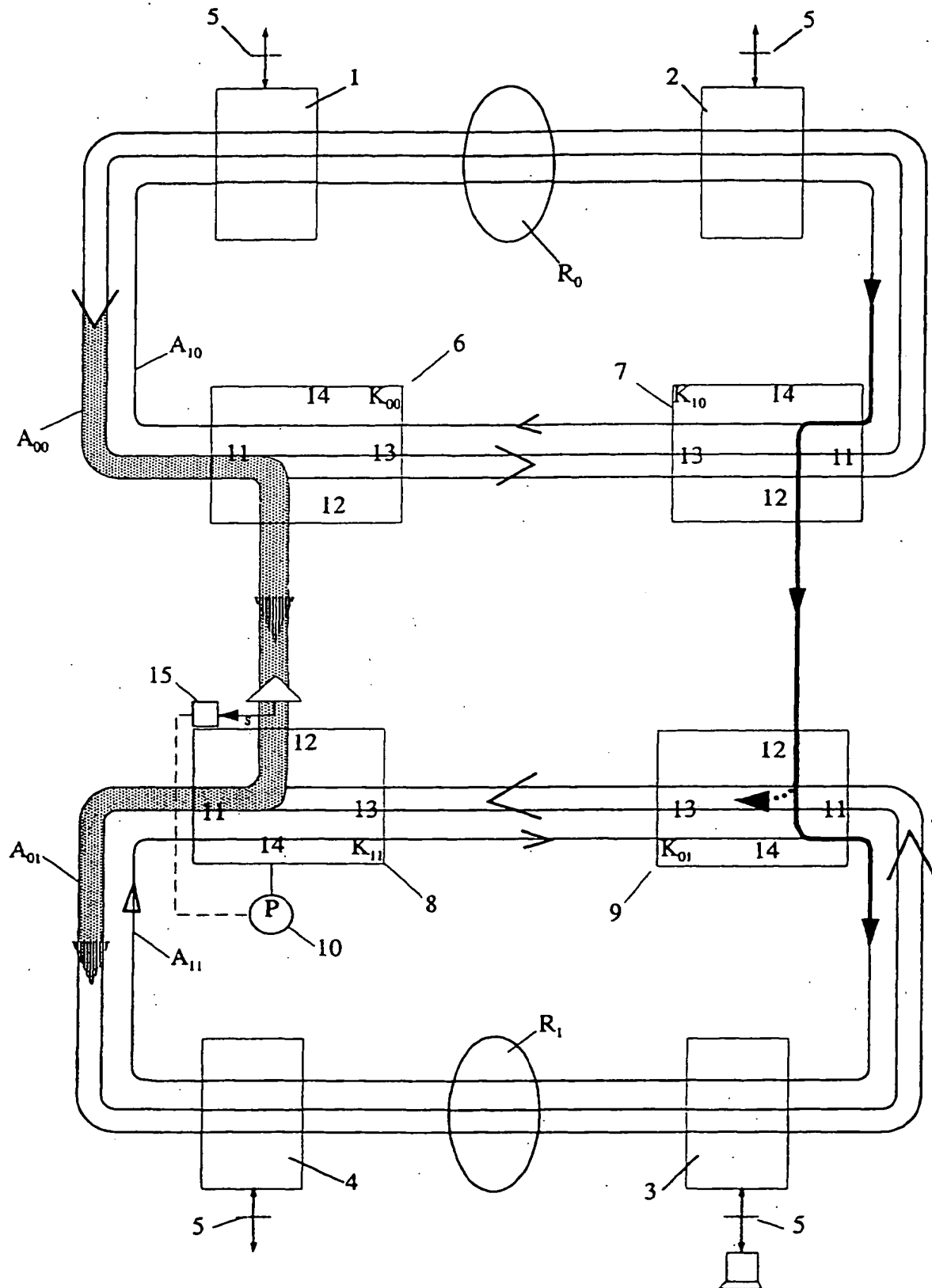


Fig. 4.

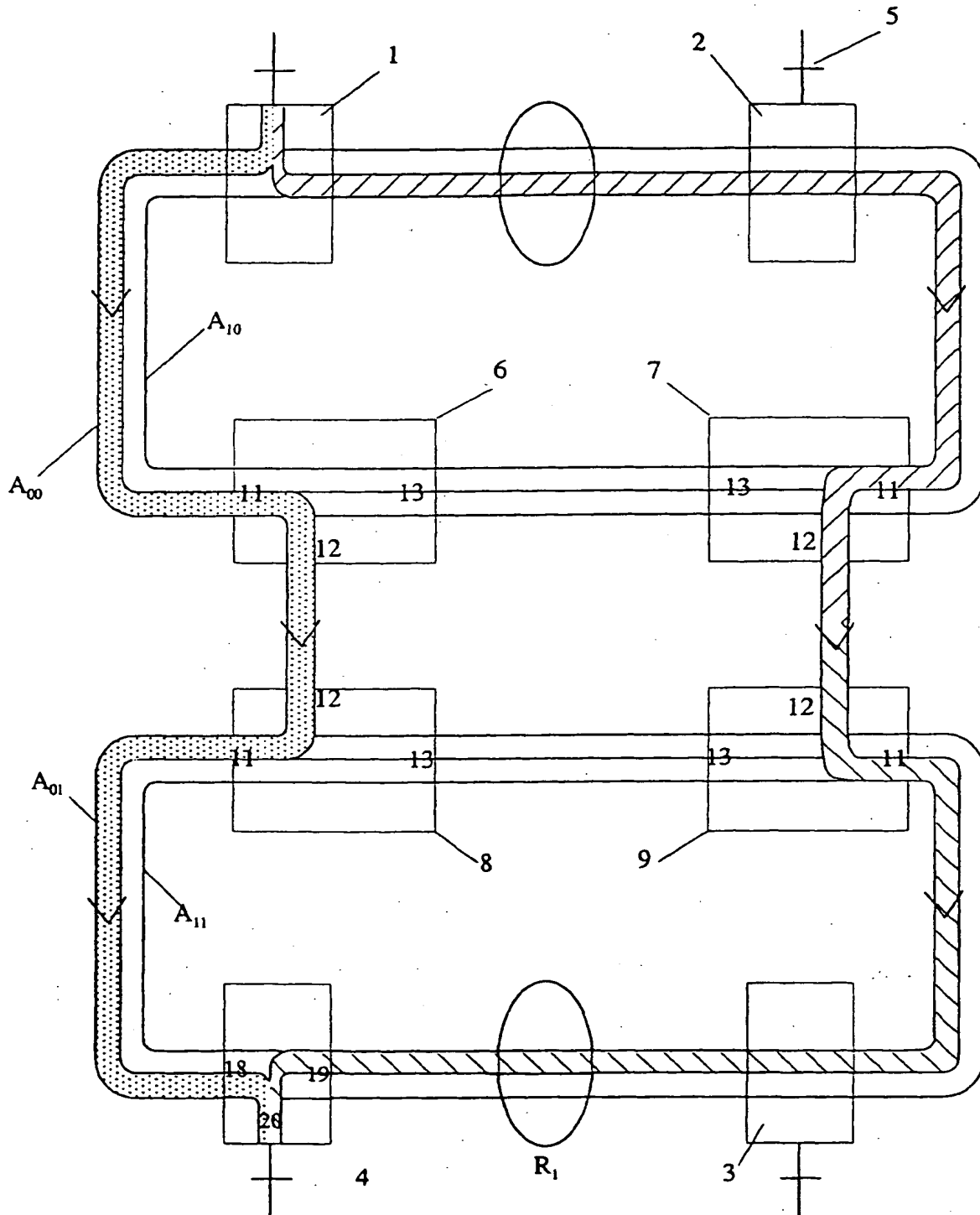


Fig. 5

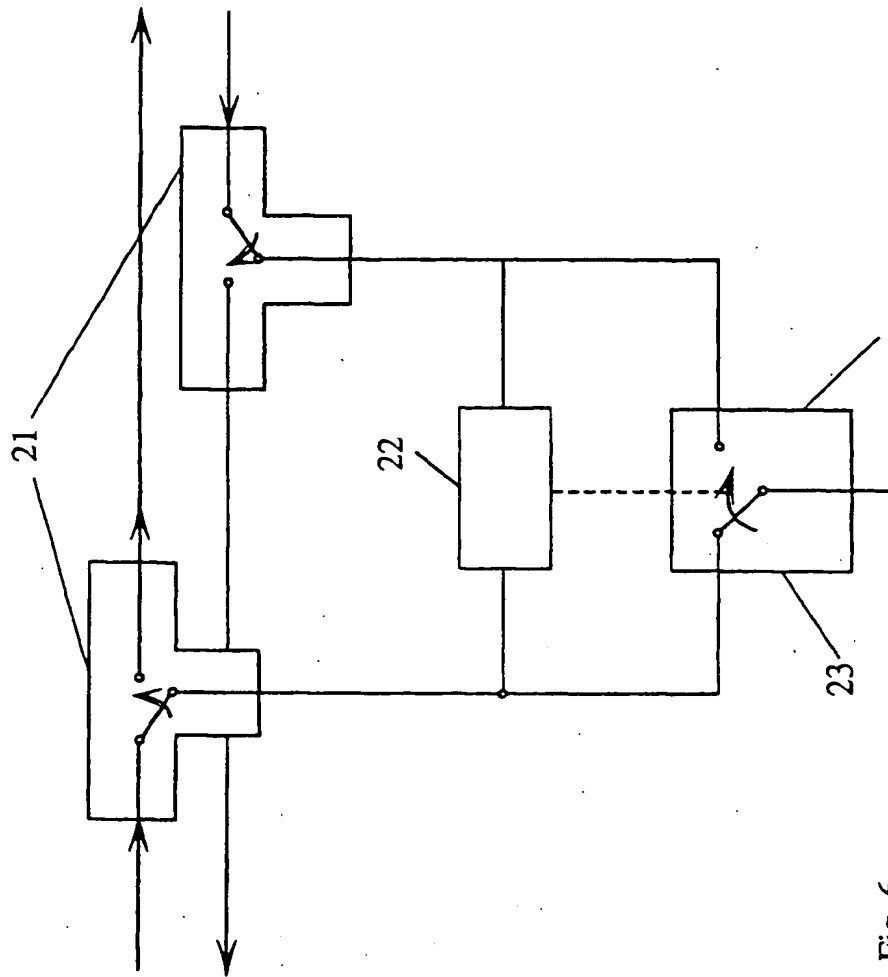


Fig. 6.

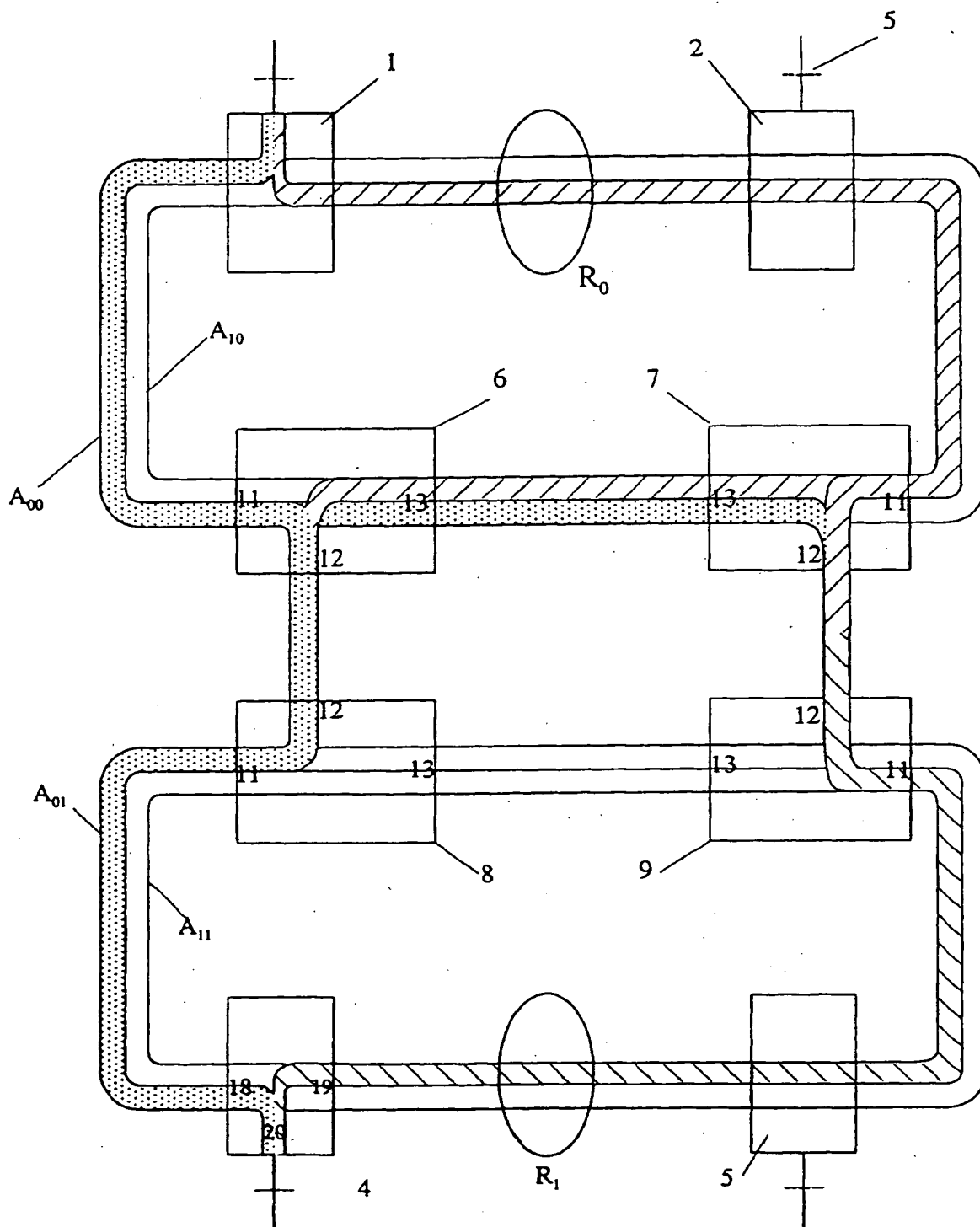


Fig. 7



**Operating communications network with self-healing for virtual connections, double rings involves using disjointed numbers of link identifiers in both rings, no conversion processes in ring**

Patent Number: DE19926569  
Publication date: 2000-12-21  
Inventor(s): PUTTKAMMER ALBRECHT (DE); HENKEL VOLKER (DE); KILLAT ULRICH (DE)  
Applicant(s): BBCOM BROADBAND COMM GMBH & CO (DE)  
Requested Patent: DE19926569  
Application Number: DE19991026569 19990611  
Priority Number(s): DE19991026569 19990611  
IPC Classification: H04L12/43; H04L12/50  
EC Classification: H04J3/08A, H04Q11/04S2  
Equivalents:

**Abstract**

The method involves using disjointed numbers of link identifiers in both individual rings and no link identifier conversion processes in a ring. The Add-Drop-Multiplexers or ADMs (1-4) reject data packets that they themselves have sent if they are received again on the same ring and either generally do not change their routing decisions or only make them depending on the existing communications capability to the next node in the adjacent double ring in the event of a transmission path or network node failure. An independent claim is also included for a communications network for implementing the method.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

DOCKET NO: P2001, 0378

SERIAL NO: \_\_\_\_\_

APPLICANT: R. Depta et al.

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100